

Requested document:	JP2003248057 click here to view the pdf document
---------------------	------------------------------------------------------------------

RADAR-TRACKING APPARATUS

Patent Number:

Publication date: 2003-09-05

Inventor(s): ASHIDA KATSUTOSHI; SUGAWARA HIROKI

Applicant(s): JAPAN RADIO CO LTD

Requested Patent:  [JP2003248057](#)

Application Number: JP20020050881 20020227

Priority Number(s): JP20020050881 20020227

IPC Classification: G01S13/72

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a radar-tracking apparatus that reduces loss and miss- tracking of an object to be tracked, even if the fleet of the object to be tracked such as a ship or the like moves under a clutter environment.

SOLUTION: In the radar-tracking apparatus that has correlation processing means, tracking filter means, position information processing means, and prediction processing means, and tracks a plurality of moving targets, a group-tracking means for grouping a plurality of targets for tracking is provided. Then, group information is compared with the tracking information of the tracking filter means, appropriate information is selected for each object to be tracked, and appropriate track data are created by the position information processing means.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-248057

(P2003-248057A)

(43) 公開日 平成15年9月5日(2003.9.5)

(51) Int.Cl.
G 0 1 S 13/72

識別記号

F I
C 0 1 S 13/72

テーマコード(参考)
5 J 0 7 0

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-50881(P2002-50881)

(22) 出願日 平成14年2月27日(2002.2.27)

(71) 出願人 000004330

日本無線株式会社

東京都三鷹市下連雀5丁目1番1号

(72) 発明者 芦田 克敏

東京都三鷹市下連雀5丁目1番1号 日本無線株式会社内

(72) 発明者 菅原 博樹

東京都三鷹市下連雀5丁目1番1号 日本無線株式会社内

(74) 代理人 100083231

弁理士 紋田 誠 (外1名)

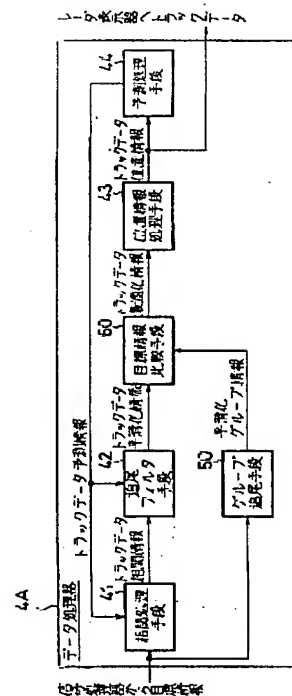
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーダ追尾装置

(57) 【要約】

【課題】 船舶などの追尾対象がクラッタ環境下に船団等で移動する場合にも、追尾対象のロストと追尾対象のミストラックを減らすレーダ追尾装置を提供する。

【解決手段】 相関処理手段、追尾フィルタ手段、位置情報処理手段、予測処理手段とを備えて複数の移動目標を追尾するレーダ追尾装置において、複数の目標をグループ化して追尾するグループ追尾手段を設ける。そして、グループ情報と追尾フィルタ手段の追尾情報とを比較し、追尾対象毎に適切な方の情報を選択して、位置情報処理手段で適切なトラックデータを作成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 受信信号を処理した目標情報とトラックデータ予測情報から追尾対象毎のトラックデータ相関情報を取り出す相関処理手段と、

前記トラックデータ相関情報と前記トラックデータ予測情報から前記トラックデータ相関情報の誤差を考慮して平滑処理したトラックデータ平滑化情報を取り出す追尾フィルタ手段と、

前記トラックデータ平滑化情報が入力され、位置情報を含むトラックデータ情報を計算し、少なくとも前記位置情報を表示データとして出力するとともに、前記トラックデータ情報を予測処理用に出力する位置情報処理手段と、

この位置情報処理手段からの前記トラックデータ情報に基づいて前記トラックデータ予測情報を作成し、前記相関処理手段及び前記追尾フィルタ手段に供給する予測処理手段とを備えて複数の移動目標を追尾するレーダ追尾装置において、

さらに、前記目標情報を受信し、複数の目標を間隔距離、移動方向を含む移動状態に基づいてグループ毎に区分し、各グループの平滑化された平滑化グループ情報を出力するグループ追尾手段と、

前記追尾フィルタ手段と前記位置情報処理手段との間に設けられ、前記トラックデータ平滑化情報と前記平滑化グループ情報とが入力され、入力された前記トラックデータ平滑化情報と前記平滑化グループ情報とを比較し、追尾対象毎に適切な情報を選択して、トラックデータ最適化情報として前記位置情報処理手段に入力する目標情報比較手段とを備えることを特徴とするレーダ追尾装置。

【請求項2】 前記グループ追尾手段は、複数の目標を間隔距離、移動方向を含む移動状態に基づいてグループ毎に区分するグループ定義手段と、グループ毎に、そのグループに属する全ての目標情報を参照してグループ重心値を検出するグループ重心検出手段と、

前記グループ重心値とグループ予測情報に含まれる重心予測位置からグループ毎の相関グループ重心値を取り出すグループ相関処理手段と、

前記相関グループ重心値と前記グループ予測情報から、前記相関グループ重心値の誤差を考慮して平滑処理した前記平滑化グループ情報を取り出し、前記目標情報比較手段に供給する前記グループ追尾フィルタ手段と、

前記平滑化グループ情報が入力され、グループ位置情報を計算し、予測処理用に出力するグループ位置情報処理手段と、

このグループ位置情報処理手段からのグループ位置情報及び前記平滑化グループ情報に基づいて前記グループ予測情報を作成し、前記グループ相関処理手段及び前記グループ追尾フィルタ手段に供給するグループ予測処理手

段とを有することを特徴とする、請求項1記載のレーダ追尾装置。

【請求項3】 前記目標情報比較手段は、前記平滑化グループ情報から特定目標が属するグループを選択するグループ選択手段と、

前記特定目標のトラックデータ平滑化情報と前記特定目標が属する前記平滑化グループ情報とを比較し、そのいずれを選択するかを選択信号を出力する平滑化情報比較手段と、

前記特定目標のトラックデータ平滑化情報と前記特定目標が属する前記平滑化グループ情報とのいずれかを前記選択信号にしたがって切り替えて、トラックデータ最適化情報として出力する目標情報切替手段とを有することを特徴とする、請求項1、2のいずれかに記載のレーダ追尾装置。

【請求項4】 前記平滑化情報比較手段で用いる前記トラックデータ平滑化情報及び前記平滑化グループ情報は、速度データであることを特徴とする、請求項3に記載のレーダ追尾装置。

【請求項5】 前記平滑化情報比較手段で用いる前記トラックデータ平滑化情報及び前記平滑化グループ情報は、加速度データであることを特徴とする、請求項3に記載のレーダ追尾装置。

【請求項6】 前記平滑化情報比較手段で用いる前記トラックデータ平滑化情報及び前記平滑化グループ情報は、速度データ及び加速度データであることを特徴とする、請求項3に記載のレーダ追尾装置。

【請求項7】 前記目標情報比較手段は、前記トラックデータ平滑化情報と前記平滑化グループ情報との差の絶対値が、所定の比較係数（以下、所定比率）と前記平滑化グループ情報との積より大きい場合には前記平滑化グループ情報をトラックデータ最適情報として出力し、逆に小さい場合には前記トラックデータ平滑化情報をトラックデータ最適情報として出力することを特徴とする、請求項1～6のいずれかに記載のレーダ追尾装置。

【請求項8】 前記目標情報比較手段は、追尾の初期段階においては前記平滑化グループ情報をトラックデータ最適情報として出力するように設定されていることを特徴とする、請求項1～7のいずれかに記載のレーダ追尾装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、船舶などの複数の移動目標を追尾するためのレーダ追尾装置に関する。

【0002】

【従来の技術】船舶などの移動目標をレーダ追尾装置を用いて追尾することが行われている。図8は従来から一般的に用いられている、海上船舶に対するレーダ追尾装置の構成を示す図である。図8において、送信機2-1からの送信信号をレーダアンテナ1よりマイクロ波とし

て船舶目標へ照射する。目標からの反射波をレーダアンテナ1で受信し、受信機2-2で受信信号として変換し、信号処理器3へ送出する。信号処理器3では受信信号から目標の位置や大きさなどの目標情報を検出し、データ処理器4へ送出する。この目標情報は、レーダ受信信号から得られる観測値であり、距離・方位角を含む位置データ、速度データ、目標サイズデータなどが含まれる。データ処理器4は追尾対象の目標情報を取り出し、各追尾対象毎の位置情報を時刻順に並べたトラックデータを作成し、レーダ表示器5へ送出する。レーダ表示器5はトラックデータをレーダ画面に表示する。

【0003】図9は、追尾処理を行うデータ処理器4の構成を示す図であり、追尾対象の目標情報（距離、方位角、速度等）を基に、追尾対象の真値（距離、方位角、速度等）を推定し、それを時系列に並べて、トラックデータを作成するものである。真値は、目標情報から誤差を無くした値であるが、実際には観測不可能であるから、通常は平滑値を当てることになる。

【0004】図9において、信号処理器3からの目標情報は、最初に相関処理手段41へ入力される。ここで前スキャンに作成したトラックデータ予測情報（位置、速度）と、信号処理器3から入力された現スキャンの目標情報の間で相関処理を行う。スキャンは、レーダ追尾装置がTWS (Track While Scan) で運用されているとき、レーダアンテナが一回転することを指し、したがって、スキャン毎に同じ目標の目標情報が得られることになる。

【0005】相関のとれた目標情報は、トラックデータ相関情報として追尾フィルタ手段42へ送出される。追尾フィルタ手段42では、トラックデータ相関情報を平滑化処理し、トラックデータ平滑化情報を得る。このトラックデータ平滑化情報は、位置情報処理手段43及び予測処理手段44へ入力される。位置情報処理手段43では、トラックデータ位置情報を計算する。トラックデータ位置情報は、レーダ表示器5へトラックデータとして送られるとともに、トラックデータとして保存される。また、このトラックデータ位置情報は、予測処理手段44へ送出される。予測処理手段44では次スキャンのトラックデータ予測情報を計算し、相関処理手段41、追尾フィルタ手段42に供給する。

【0006】クラッタ環境下で複数目標の自動追尾アルゴリズムとして、追尾方式の相関処理にNNT (Nearest Neighbor Tracking) 方式とPDA (Probabilistic Data Association) 方式が知られている。

【0007】相関処理にNNT方式を使用したときのデータ処理器4の動作を、図10の説明図を用いて説明する。同図(a)の相関処理では、前スキャン時（スキャン番号： $k-1$ ）に予測処理手段44で予測された予測情報（予測位置）を中心に相関ゲートを設定する。この相関ゲートは、追尾対象の予測位置（次スキャン（ス

キャン番号： k ）に対する目標位置の推定値）の周りに目標の存在が予測される範囲に定められる。この例では、目標情報X1～X6のうち、目標情報X1、X2、X3が相関ゲート内に存在している。

【0008】そして、同図(b)のように、相関ゲート内に入った全ての目標情報X1、X2、X3に対して、予測位置からの距離を比較し、最も近い目標情報X2を追尾対象のトラックデータ相関情報とする。次に、追尾フィルタ手段42で、現スキャン k のトラックデータ予測情報等を利用して、トラックデータ相関情報の平滑化処理を行う。この平滑化処理により追尾対象のトラックデータ平滑化情報を得る。

【0009】位置情報処理手段43では、同図(c)のように、前スキャン（スキャン番号： $k-1$ ）のトラックデータ位置情報と、入力されたトラックデータ平滑化情報とによって、現スキャン（スキャン番号： k ）のトラックデータ位置情報を計算する。計算されたトラックデータ位置情報は、トラックデータとして保存するとともに、レーダ表示器5へトラックデータとして送られる。同時にトラックデータ位置情報は予測処理手段44へ入力される。予測処理回路では、同図(d)のように、データ入力時間間隔（スキャンレート）を考慮し、次スキャン（スキャン番号： $k+1$ ）の予測位置を計算する。

【0010】また、相関処理にPDA方式を使用したときの動作を説明すると、相関処理手段41ではやはり、予測位置を中心に相関ゲートを設定する。そして、相関ゲート内に入った全ての目標情報に相関確率から重み付け係数を与え、重み付け平均目標情報を算出する。この重み付け平均目標情報をトラックデータ相関情報とする。この後の処理は、NNT方式と同様に行われる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の追尾方式は、複数の追尾対象で構成される船団等を追尾する場合には、追尾対象のロストと追尾対象のミストラックの発生が多くなる。

【0012】即ち、相関処理にNNT方式を使用した場合に、追尾精度を維持する目的で相関ゲートサイズを調整して対応する。しかし、相関ゲートサイズを大きく取れば、追尾対象の存在確率は高く追尾対象のロストは減るが、追尾対象のミストラックが増える。反対に、相関ゲートサイズを小さく取れば、追尾対象のミストラックは減るが、追尾対象の存在確率は低く追尾対象のロストは増える。したがって、相関ゲートサイズの調整では追尾精度を維持することが難しい。また、クラッタ環境下における相関処理方式を改善したPDA方式では、相関ゲートサイズを大きく設定し追尾対象のロストを減少させることはできるが、密集した複数の追尾対象で構成される船団等を追尾する場合にそれぞれの追尾対象を分離して追尾することは困難となるため、追尾対象のミスト

ラックを減らすことは難しい。

【0013】本発明は、このような課題に鑑み、船舶などの追尾対象がクラッタ環境下に集団で移動する場合にも、追尾対象のロストと追尾対象のミストラックを減らすレーダ追尾装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1のレーダ追尾装置は、受信信号を処理した目標情報とトラックデータ予測情報から追尾対象毎のトラックデータ相関情報を取り出す相関処理手段と、前記トラックデータ相関情報と前記トラックデータ予測情報から前記トラックデータ相関情報の誤差を考慮して平滑処理したトラックデータ平滑化情報を取り出す追尾フィルタ手段と、前記トラックデータ平滑化情報が入力され、位置情報を含むトラックデータ情報を計算し、少なくとも前記位置情報を表示データとして出力するとともに、前記トラックデータ情報を予測処理用に出力する位置情報処理手段と、この位置情報処理手段からの前記トラックデータ情報に基づいて前記トラックデータ予測情報を作成し、前記相関処理手段及び前記追尾フィルタ手段に供給する予測処理手段とを備えて複数の移動目標を追尾するレーダ追尾装置において、さらに、前記目標情報を受信し、複数の目標を間隔距離、移動方向を含む移動状態に基づいてグループ毎に区分し、各グループの平滑化された平滑化グループ情報を出力するグループ追尾手段と、前記追尾フィルタ手段と前記位置情報処理手段との間に設けられ、前記トラックデータ平滑化情報と前記平滑化グループ情報とが入力され、入力された前記トラックデータ平滑化情報と前記平滑化グループ情報とを比較し、追尾対象毎に適切な情報を選択して、トラックデータ最適化情報として前記位置情報処理手段に入力する目標情報比較手段とを備えることを特徴とする。

【0015】請求項2のレーダ追尾装置は、請求項1のレーダ追尾装置において、前記グループ追尾手段は、複数の目標を間隔距離、レーダドップラ信号等から分かる個別目標の進行方向と進行速度に基づいてグループ毎に区分するグループ定義手段と、グループ毎に、そのグループに属する全ての目標情報を参照してグループ重心値を検出するグループ重心検出手段と、前記グループ重心値とグループ予測情報に含まれる重心予測位置からグループ毎の相関グループ重心値を取り出すグループ相関処理手段と、前記相関グループ重心値と前記グループ予測情報から、前記相関グループ重心値の誤差を考慮して平滑処理した前記平滑化グループ情報を取り出し、前記目標情報比較手段に供給する前記グループ追尾フィルタ手段と、前記平滑化グループ情報が入力され、グループ位置情報を計算し、予測処理用に出力するグループ位置情報処理手段と、このグループ位置情報処理手段からのグループ位置情報及び前記平滑化グループ情報に基づいて前記グループ予測情報を作成し、前記グループ相関処理

手段及び前記グループ追尾フィルタ手段に供給するグループ予測処理手段とを有することを特徴とする。

【0016】請求項3のレーダ追尾装置は、請求項1、2のいずれかに記載のレーダ追尾装置において、前記目標情報比較手段は、前記平滑化グループ情報から特定目標が属するグループを選択するグループ選択手段と、前記特定目標のトラックデータ平滑化情報と前記特定目標が属する前記平滑化グループ情報とを比較し、そのいずれを選択するかを選択信号を出力する平滑化情報比較手段と、前記特定目標のトラックデータ平滑化情報と前記特定目標が属する前記平滑化グループ情報とのいずれかを前記選択信号にしたがって切り替えて、トラックデータ最適化情報として出力する目標情報切替手段とを有することを特徴とする。

【0017】請求項4のレーダ追尾装置は、請求項3に記載のレーダ追尾装置において、前記平滑化情報比較手段で用いる前記トラックデータ平滑化情報及び前記平滑化グループ情報は、速度データであることを特徴とする。

【0018】請求項5のレーダ追尾装置は、請求項3に記載のレーダ追尾装置において、前記平滑化情報比較手段で用いる前記トラックデータ平滑化情報及び前記平滑化グループ情報は、加速度データであることを特徴とする。

【0019】請求項6のレーダ追尾装置は、請求項3に記載のレーダ追尾装置において、前記平滑化情報比較手段で用いる前記トラックデータ平滑化情報及び前記平滑化グループ情報は、速度データ及び加速度データであることを特徴とする。

【0020】請求項7のレーダ追尾装置は、請求項1～6のいずれかに記載のレーダ追尾装置において、前記目標情報比較手段は、前記トラックデータ平滑化情報と前記平滑化グループ情報との差の絶対値が、所定の比較係数（以下、所定比率）と前記平滑化グループ情報との積より大きい場合には前記平滑化グループ情報をトラックデータ最適情報として出力し、逆に小さい場合には前記トラックデータ平滑化情報をトラックデータ最適情報として出力することを特徴とする。

【0021】請求項8のレーダ追尾装置は、請求項1～7のいずれかに記載のレーダ追尾装置において、前記目標情報比較手段は、追尾の初期段階においては前記平滑化グループ情報をトラックデータ最適情報として出力するように設定されていることを特徴とする。

【0022】この本発明のレーダ追尾装置によれば、複数船舶などの追尾対象が集団（船団）として移動する場合に、他目標をミストラックすることを同一スキャンで防ぐように作用する。ミストラックの可能性が高い場合、目標情報比較手段では平滑化グループ情報を選択し、次段の予測処理手段では平滑化グループ情報から次スキャンの目標情報を予測する。その結果、グループ内

の他の追尾対象と同程度の追尾対象存在確率で次スキャンの相関処理が行えるため、相関ゲートサイズを拡大する必要がない。相関ゲートサイズが一定であれば、ミストラック発生を抑えることになり、追尾処理は安定する。

【0023】また、相関ゲート内に目標情報が存在しない場合、現スキャンでのトラックデータの欠落となるが、本発明では予測処理手段でグループ情報を補間するため、欠落したデータのまま追尾処理を実行するよりも安定した追尾処理が可能になる。

【0024】また、レーダ追尾装置の起動後の初期追尾プロセスでは、追尾対象のトラックデータ平滑化情報が安定しないことが多いが、トラックデータ平滑化情報が安定しないと判断された場合（例えば、追尾開始後の一定時間や、平滑化目標情報の変化が激しいとき等）は、予測処理手段で平滑化グループ情報を使用する。初期追尾プロセスでトラックデータ平滑化情報が徐々に平滑化グループ情報に近づき、安定したところで初期追尾プロセスから運用追尾プロセスに移行し、平滑化目標情報が安定し、追尾精度が一定状態を維持しているレーダ追尾装置として、トラックデータの作成を始めるようにすることができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図1～図7を参照して詳細に説明する。

【0026】図1は、本発明のレーダ追尾装置のデータ処理器4Aの構成を示す図である。このデータ処理器4Aは、信号処理器3からの目標情報が入力され、データ処理を行って、表示器5へトラックデータを出力する。その内部構成において、相関処理手段41、追尾フィルタ手段42、位置情報処理手段43、予測処理手段44は、図9の従来のレーダ追尾装置と同様のものである。

【0027】本発明では、新たにグループ追尾手段50と目標情報比較手段60を追加している。グループ追尾手段50では、目標情報を基に平滑化グループ情報を作成し、目標情報比較手段60へ送出する。目標情報比較手段60ではトラックデータ平滑化情報と平滑化グループ情報を比較し、いずれかを選択してトラックデータ最適化情報として、位置情報処理手段43に出力する。

【0028】図2は、グループ追尾手段50の構成を示す図であり、グループ定義手段51と、グループ重心検出手段52と、グループ相関処理手段53と、グループ追尾フィルタ手段54と、グループ位置情報処理手段55と、グループ予測処理手段56とを有している。

【0029】グループ定義手段51では、複数の目標を間隔距離、進行方向、進行速度などの移動状態に基づいてグループ毎に区分する。このグループ定義処理は、図3に示されるように三つの段階に分かれる。第1段階では、同図(a)のように、位置、サイズ、ドップラ速度等目標情報を受ける。第2段階で、同図(b)のよう

に、目標情報からグループ定義距離、グループ定義速度、グループ定義進行方向を調べる。第3段階で、同図(c)のように、グループ定義条件が合致する目標情報を同一グループとして定義する。グループ定義されない個別目標も存在する。

【0030】グループ重心検出手段52では、グループ毎に、そのグループに属する全ての目標情報を参照してグループ重心値やグループサイズを検出する。

【0031】グループ相関処理手段53では、グループ重心検出手段52からのグループ重心値と、グループ予測処理手段56からのグループ予測情報に含まれる重心予測位置とからグループ毎の相関グループ重心値を取り出す。具体的には、相関処理にNNT方式を使用したときには、前スキャン（スキャン番号： $k-1$ ）にグループ予測処理手段56で予測された予測情報（重心予測位置）を中心に相関ゲートを設定する。この相関ゲートは、追尾グループの重心予測位置の周りにグループの重心値の存在が予測される範囲に定められる。そして、重心予測位置からの距離を比較し、最も近いグループの重心値を追尾対象の相関グループ重心値とする。

【0032】グループ追尾フィルタ手段54では、この相関グループ重心値とグループ予測処理手段56からのグループ予測情報（重心予測位置）から、相関グループ重心値の誤差を考慮して平滑処理した平滑化グループ情報を取り出す。

【0033】グループ位置情報処理手段55では、平滑化グループ情報が入力され、グループ位置情報を含む平滑化位置情報を計算し、予測処理用に出力する。なお、目標情報比較手段60へ供給する平滑化グループ情報は、グループ位置情報処理手段55を経由して供給しても良いが、グループ追尾フィルタ手段54から直接供給しても良い。

【0034】図4は、目標情報比較手段60の構成を示す図であり、追尾フィルタ手段42からのトラックデータ平滑化情報と、グループ追尾手段50からの平滑化グループ情報とを受け、そのどちらかを選択してトラックデータ最適化情報として送出する。トラックデータ平滑化情報は、個別追尾対象毎であり、トラック番号・相関処理で使用した目標番号・個別速度・個別加速度を含んでいる。また、平滑化グループ情報は、グループ毎であり、グループ番号・属する目標番号・グループ速度・グループ加速度を含んでいる。そして、目標情報比較手段60には、目標が属するグループを選択するグループ選択手段61と、平滑化情報としての速度や加速度を比較する速度・加速度比較手段62と、目標情報切替手段63とを有している。

【0035】目標が属するグループ選択手段61は、そのトラックデータ平滑化情報をもつ目標が属するグループを複数のグループの中から選択して、そのグループの平滑化グループ情報（即ち、グループ速度 V_g 、グルー

加速速度 A_g)を速度・加速度比較手段62及び目標情報切替手段63に供給する。一方、その目標のトラックデータ平滑化情報(即ち、トラックデータ平滑化速度 V_t 、トラックデータ平滑化加速度 A_t)も、速度・加速度比較手段62及び目標情報切替手段63に供給されている。

【0036】速度・加速度比較手段62では、同じ目標に関するトラックデータ平滑化情報と平滑化グループ情報との差を採り、その差の絶対値が平滑化グループ情報の所定比率を超えるか、或いはそれ以下かを判断し、その判断結果を選択信号として目標情報切替手段63に供給する。目標情報切替手段63では、その差の絶対値が平滑化グループ情報の所定比率を超える場合には平滑化グループ情報をトラックデータ最適情報として出力し、逆に越えない場合にはトラックデータ平滑化情報をトラックデータ最適情報として出力する。

【0037】以上のように構成されるデータ処理器4Aの動作は次のようになる。

【0038】信号処理器3からの目標情報に基づいて、相関処理手段41、追尾フィルタ手段42により、単体の追尾対象毎のトラックデータ平滑化情報が得られる。ここでは、トラックデータ平滑化情報としてトラックデータ平滑化速度 V_t を想定する。

【0039】一方、同時に、信号処理器3からの目標情報に基づいて、グループ追尾手段50により、グループ毎の平滑化グループ情報が得られる。ここでは、グループ速度を想定する。この複数のグループ速度の中から、当該目標が属するグループを選択し、そのグループのグループ速度 V_g を得る。このグループ速度 V_g は、グループ内の個々の追尾対象に対する速度が平均化され、スキャン毎の速度変化は緩やかになる。同様に、その他の観測値でも、個々の追尾対象がもつ観測誤差は平均化されて減少する。

【0040】速度・加速度比較手段62において、当該目標の平滑化速度 V_t とグループ速度 V_g との差の絶対値がグループ速度 V_g の所定比率 k_v 倍と比較される。式で表現すると、 $|V_t - V_g| > k_v \cdot V_g$ であるか、 $|V_t - V_g| < k_v \cdot V_g$ であるかを判定する。

【0041】前者の場合には、差の絶対値がグループ速度 V_g の所定比率 k_v を超えているので、グループ速度 V_g の方をトラックデータ最適情報として出力する。後者の場合には、差の絶対値がグループ速度 V_g の所定比率 k_v を超えていないので、平滑化速度 V_t の方をトラックデータ最適情報として出力する。

【0042】この速度比較処理の動作例が、図5に示されている。この図5では、3つの目標が同じグループとして定義されている。○印は各スキャン毎のトラックデータを示している。太い実線は当該目標の平滑化速度 V_t を示しており、また、細い実線はグループ速度 V_g を示している。

【0043】この図5を参照すると分かるように、平滑化速度 V_t とグループ速度 V_g との差が小さい場合には、トラックデータ平滑化情報の緩やかな変化に対応するように追従性を考慮して、トラックデータ平滑化情報(平滑化速度 V_t 、平滑化加速度 A_t)を選択する。一方、平滑化速度 V_t とグループ速度 V_g との差が大きい場合には、クラッタや他目標の影響を受けて起こる急激な変化であるとして、平滑化グループ情報(グループ速度 V_g 、グループ加速度 A_g)を選択する。

【0044】このようにトラックデータ最適化情報として選択されたトラックデータ平滑化情報(平滑化速度 V_t 、平滑化加速度 A_t)或いは平滑化グループ情報(グループ速度 V_g 、グループ加速度 A_g)に基づいて位置情報処理手段43で計算されたトラックデータ情報が、トラックデータとして表示器5に供給されるとともに、予測処理手段44に供給されて次スキャンのトラックデータ予測情報が作成される。

【0045】また、速度・加速度比較手段62において、トラックデータ平滑化情報として平滑化加速度 A_t 、平滑化グループ情報としてグループ加速度 A_g を使用し、 $|A_t - A_g| > k_a \cdot A_g$ であるか、 $|A_t - A_g| < k_a \cdot A_g$ であるかを判定することにより、速度の場合と同様に動作させることができる。なお、 k_a は所定比率である。

【0046】さらに、トラックデータ平滑化情報として平滑化速度 V_t 及び平滑化加速度 A_t を使用し、平滑化グループ情報としてグループ速度 V_g 及びグループ加速度 A_g を使用することもできる。この場合の選択処理は、例えば、最初に平滑化速度 V_t とグループ速度 V_g を用いて、 $|V_t - V_g| > k_v \cdot V_g$ であるか、 $|V_t - V_g| < k_v \cdot V_g$ であるかを判定する。 $|V_t - V_g| > k_v \cdot V_g$ の場合には、平滑化グループ情報(グループ速度 V_g 、グループ加速度 A_g)を、トラックデータ最適化情報として使用する。

【0047】一方、 $|V_t - V_g| < k_v \cdot V_g$ の場合には、次に平滑化加速度 A_t とグループ加速度 A_g を用いて、 $|A_t - A_g| > k_a \cdot A_g$ であるか、 $|A_t - A_g| < k_a \cdot A_g$ であるかを判定する。 $|A_t - A_g| > k_a \cdot A_g$ の場合には、平滑化グループ情報(グループ速度 V_g 、グループ加速度 A_g)をトラックデータ最適化情報として使用し、 $|A_t - A_g| < k_a \cdot A_g$ の場合にはトラックデータ平滑化情報(平滑化速度 V_t 、平滑化加速度 A_t)をトラックデータ最適化情報として使用する。

【0048】図6は、本発明によるレーダ追尾装置のトラックデータの例を示す図であり、同図(a)はレーダアンテナ1と追尾対象である3船舶A、B、Cの関係を示している。3船舶A、B、Cは、等間隔 W で、平均航行速度で移動している。同図(b)に示されるように、そのトラックデータA、B、Cは実線で示されているよ

うに正確に作成されていることが分かる。一方、図7は対比のために、同じ条件下での従来のレーダ追尾方式によるトラックデータを示す図である。この図7に示されるように、従来のレーダ追尾装置では、追尾対象A、B、Cのトラックデータは、追尾の早期の段階から、追尾対象のミストラックと追尾対象のロストが発生していることが分かる。

【0049】また、レーダ追尾装置の起動後の初期追尾プロセスでは、一般的に追尾対象のトラックデータ平滑化情報が安定しないことが多い。このような初期追尾プロセスでの課題に対処するために、トラックデータ平滑化情報が安定しないと判断される場合には、目標情報比較手段60で平滑化グループ情報を選択するようにし、この平滑化グループ情報を使用して予測処理手段44での予測を行うようにする。この場合に、初期追尾プロセスでトラックデータ平滑化情報が徐々に平滑化グループ情報に近づき安定したところで、初期追尾プロセスから運用追尾プロセスに移行し、平滑化目標情報が安定し、追尾精度が一定状態を維持しているレーダ追尾装置として、トラックデータの作成を始めるようにすることができる。

【0050】その初期追尾プロセスで平滑化グループ情報を選択する手法として、種々の手法を採用することができる。具体化手段としては、例えば、速度の差($V_t - V_g$)或いは加速度の差($A_t - A_g$)の大小を判定する際の比例係数 k_v 、 k_a を、追尾開始直後は小さくして平滑化グループ情報が選択され易くし、その後所定の値に設定する方法、追尾開始後の一定時間の間は強制的に平滑化グループ情報を選択する方法、或いは、トラックデータ平滑化情報の変動(ばたつき)を監視して、その変動が大きい間は平滑化グループ情報を選択する方法などを採用することができる。

【0051】

【発明の効果】本発明によれば、複数の目標で構成される船団に対して、トラックデータ最適化情報を使用することで、予測誤差が小さくなり、相関処理で相関ゲートサイズを小さくできるため、追尾対象のミストラックの発生を減少させることができる。また、相関ゲート内に目標情報が存在せずにトラックデータが欠落する場合、グループ情報で補間するため追尾処理は安定し、追尾対象のロストを減少させることができる。

【0052】また、本発明では、初期追尾プロセスなどのトラックデータ平滑化情報が安定しない過程で有効である。また、グループに属していながら、追尾対象から

外れ、従来ではトラックデータが作成されない目標に対しても、トラックデータを再作成する再追尾プロセスを実行できる。つまりレーダ追尾装置の追尾性能を一定状態に保つ効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のレーダ追尾装置のデータ処理器の構成を示す図。

【図2】本発明のデータ処理器におけるグループ追尾手段の構成を示す図。

【図3】グループ定義処理を説明する図。

【図4】本発明のデータ処理器における目標情報比較手段の構成を示す図。

【図5】速度比較処理の動作例を示す図。

【図6】本発明によるレーダ追尾装置のトラックデータを示す図。

【図7】同じ条件下での従来のレーダ追尾方式によるトラックデータを示す図。

【図8】従来から一般的に用いられている、海上船舶に対するレーダ追尾装置の構成を示す図。

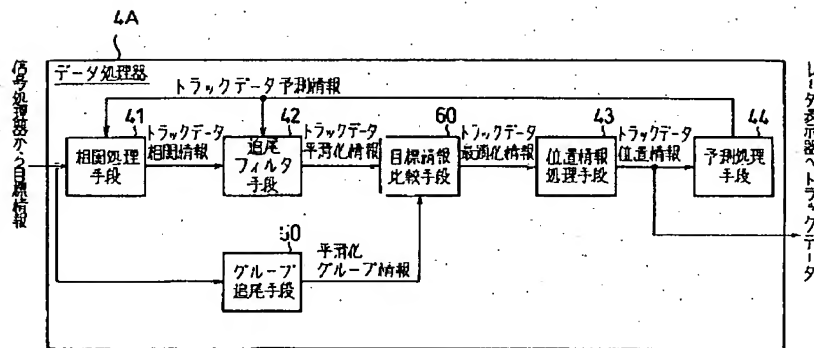
【図9】従来の追尾処理を行うデータ処理器の構成を示す図。

【図10】従来のデータ処理器の動作を説明する図。

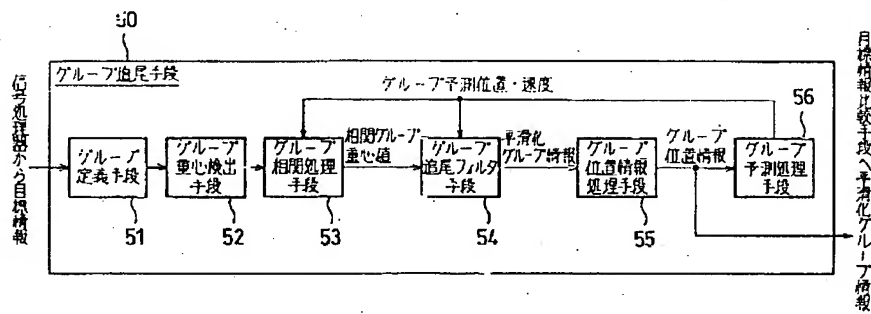
【符号の説明】

- 1 レーダアンテナ
- 2-1 送信機
- 2-2 受信機
- 3 信号処理器
- 4、4A データ処理器
- 41 相関処理手段
- 42 追尾フィルタ手段
- 43 位置情報処理手段
- 44 予測処理手段
- 5 レーダ表示器
- 50 グループ追尾手段
- 51 グループ定義手段
- 52 グループ重心検出手段
- 53 グループ相関処理手段
- 54 グループ追尾フィルタ手段
- 55 グループ位置情報処理手段
- 56 グループ予測処理手段
- 60 目標情報比較手段
- 61 目標が属するグループ選択処理手段
- 62 速度・加速度比較手段
- 63 目標情報切替手段

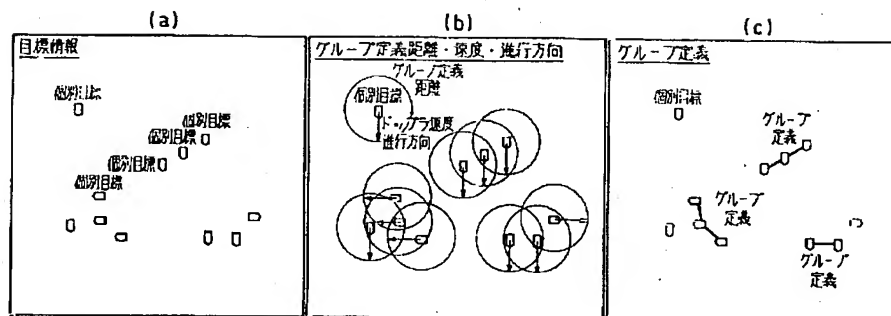
【図1】



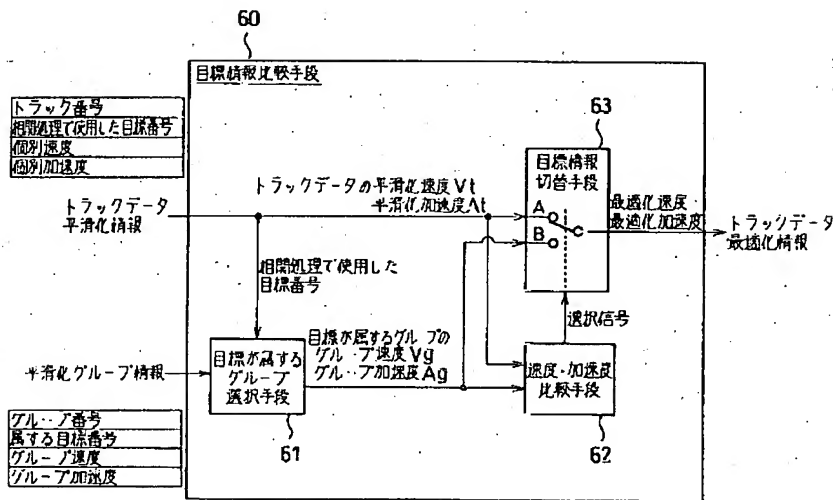
【図2】



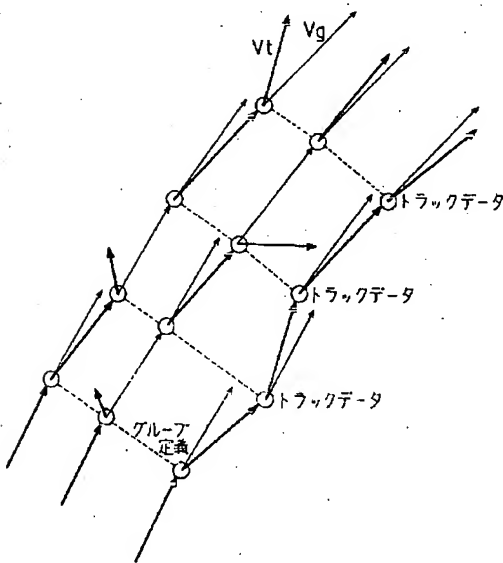
【図3】



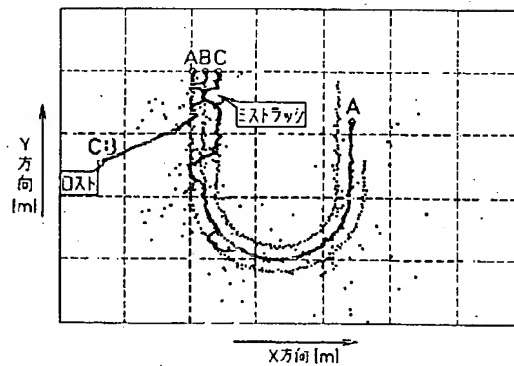
【図4】



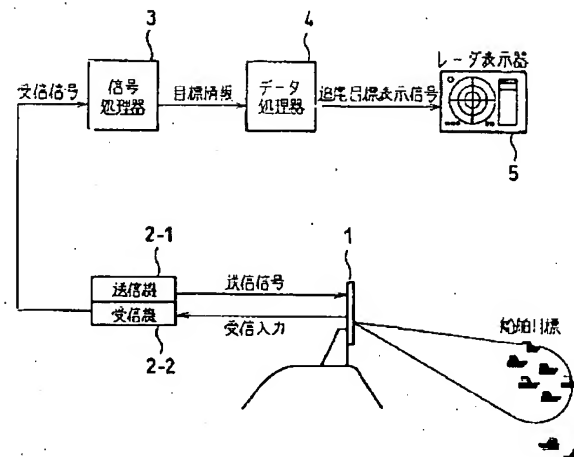
【図5】



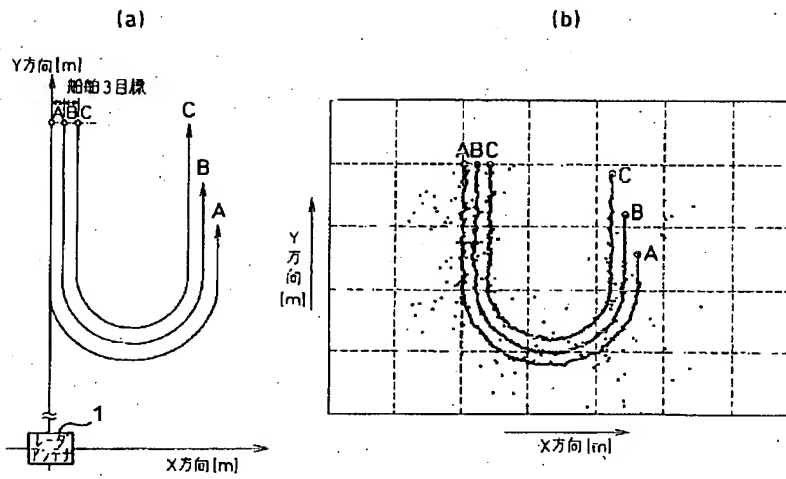
【図7】



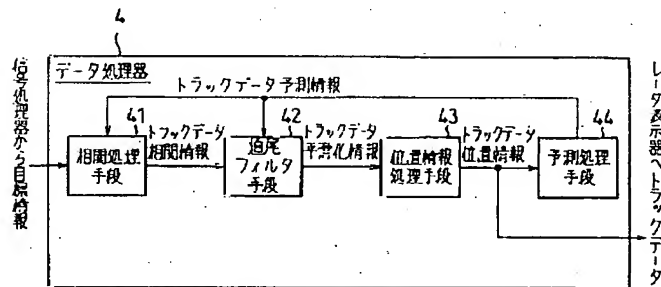
【図8】



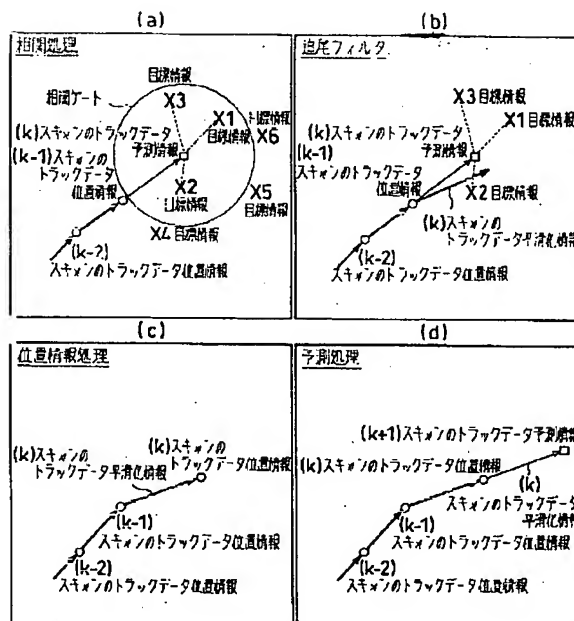
【図6】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5J070 AC02 AC06 AC07 AE02 AH04
AH19 AK15 AK16 AK22 BB04
BB05 BB06 BB07 BB16